

Решения «ГТЛАБ» для вибродиагностики



В статье представлено оборудование и программное обеспечение разработки компании «ГТЛАБ» для построения промышленных систем вибродиагностики, позволяющих определять техническое состояние оборудования и планировать ремонт. Рассмотрены акселерометры «ГТЛАБ», электронное устройство D030 для обработки сигналов и связи с верхним уровнем, функциональные возможности ПО GTL и GTLd.

ООО «ГТЛАБ», г. Саров, Нижегородская обл.

Вибрация — один из основных параметров динамических машин, который необходимо контролировать, чтобы предупредить аварию или определить текущее техническое состояние оборудования в целях заблаговременного планирования ремонта. Созданием решений для вибродиагностики занимается компания ООО «ГТЛАБ» — разработчик и производитель датчиков, приборов и комплексных систем для измерения вибрации, давления, силы, акустической эмиссии, а также программного обеспечения для обработки и анализа сигналов. Российское производство продукции подтверждено сертификатом происхождения товара СТ-1, номенклатура изделий насчитывает более 2000 наименований, основная часть оборудования внесена в Государственный реестр СИ с межповерочным интервалом от 1 года до 3 лет. Продукция для промышленного применения имеет сертификаты соответствия для работы во взрывоопасных средах.

Компания «ГТЛАБ» производит датчики и устройства собственной разработки массой от 0,15 г, в том числе функциональные аналоги изделий PCB, Brüel & Kjær, Endevco, Bently Nevada, Meggitt, Kistler, SPM, Pruftechnik, Dytran и других производителей, соответствующие этому оборудованию по метрологическим и массогабаритным характеристикам. Предприятие выполняет разработку специфических изделий по ТЗ заказчика, стойких к воздействию высоких (до 1000 °С) и низких (до -196 °С) температур, промышленных помех и ударных ускорений большой интенсивности в широком частотном диапазоне.

Программное обеспечение GTL и GTLd, внесенное в единый реестр Минцифры России, поддерживает ОС Linux, РЕД ОС и Windows. ПО предназначено как для проведения лабораторного анализа сигналов в исследовательских и испытательных целях, так и для построения комплексных промышленных систем контроля, осуществляющих непрерывную оценку технического состояния промышленного оборудования с применением глубокого математического анализа. Модульная архитектура дает возможность использовать ПО в качестве самостоятельной SCADA-системы с многопользовательским веб-интерфейсом, а также интегрировать его в существующее АСУ ТП с использованием стандартных промышленных

протоколов. Запатентованная технология позволяет настраивать алгоритмы контроля состояния оборудования под любую его конфигурацию.

Для построения систем виброконтроля предназначена линейка акселерометров GTLAB как с симметричным зарядовым выходом и верхним температурным пределом до +600 °С, так и с промышленным стандартным выходом типа IEPЕ и возможностью применения в условиях криогенных температур (до -196 °С). Для измерения относительной вибрации компанией ООО «ГТЛАБ» разработана линейка вихретоковых датчиков с диаметрами измерительных наконечников от 5 до 62 мм, обеспечивающих частотный диапазон до 10 кГц. При этом они обладают тем-



Рис. 1. Первичные преобразователи

пературной стабильностью коэффициента преобразования, изменение которого не превышает 5% на 100 °С, а их верхний температурный предел составляет 180 °С (рис. 1).

Также компания имеет линейку электронных устройств для цифровой обработки сигналов. Например, универсальное устройство D030 сочетает в себе функциональность полноценного виброконтроллера с сухими контактами и унифицированным токовым выходом 4–20 мА и модуля сбора данных (АЦП) для передачи необработанного сигнала с частотой дискретизации 128 кГц и разрешением 24 бита по интерфейсу Ethernet в систему верхнего уровня. Приемная корзина с энергонезависимой памятью хранит все необходимые настройки съемного модуля (тип подключенного датчика, его коэффициент преобразования, настройки фильтров верхних и нижних частот, уставки сухих контактов и т.п.) для обеспечения горячей замены в процессе эксплуатации, в частности, при проведении периодической проверки устройства. К модулю D030 могут быть подключены не только аналоговые датчики с отрицательным или

положительным питанием, но и преобразователи стандарта IEPЕ. Универсальность модуля позволяет заменить любой модуль однотипным из комплекта ЗИП (вне зависимости от типа подключенного датчика). К данному устройству может быть подключен барьер искрозащиты в схожем формате через интерфейсный разъем (рис. 2).

Как упоминалось, ООО «ГТЛАБ» – разработчик программных продуктов. Чтобы обеспечить полноценное применение всех известных методик диагностики, их совершенствование, создание новых, выполнение экспертного анализа полученных данных, оптимизацию автоматизированных алгоритмов определения дефектов, программное обеспечение для вибродиагностики должно удовлетворять довольно специфическим запросам.

ПО GTLd позволяет конфигурировать проекты диагностики с объектами любой разветвленной структуры, формировать маршруты измерений параметров вибрации для внешних устройств, а также выполнять отладку методик диагностики и мониторинга. Отличительной особенностью GTLd является возможность проведения

вибрационной диагностики с применением любой доступной методики, в том числе авторской, с использованием широкой функциональности JS API. Программное обеспечение GTLd выполнено по модульной архитектуре, что позволяет не только настраивать визуализацию, адаптировать алгоритмы под конкретный объект исследования, передавать данные в сторонние SCADA-системы, но и использовать альтернативные Windows операционные системы – РЕД ОС, Linux. Передача результатов диагностики внутри программы GTLd реализована в формате JSON, что позволяет экспортировать результаты в XML, PDF, CSV, а также настраивать визуализацию в собственных интерфейсах WEB, SCADA, QML. Внешний программный скрипт позволяет оперативно внедрять классические методики определения дефектов и производить их коррекцию на основе экспериментов, а также описывать собственную логику для реализации авторских методик с применением математических библиотек, функций по обработке массивов, циклов и других структур данных.

В открытые скрипты уже интерпретировано более 70 классических алгоритмов определения дефектов следующих объектов промышленного оборудования: подшипников качения, подшипников скольжения, ШВП (шарики-винтовых пар ЧПУ станков), зубчатых передач, планетарных редукторов, ременных передач, цепных передач, насосов, компрессоров, электродвигателей. Анализ производится запатентованными методиками технологии Synectica® компании ООО «ГТЛАБ», которые уже встроены в ПО. Среди них:

- MASK – метод вибрационного диагностирования, основанный на формировании модели спектра и портретов (масок) предполагаемых дефектов с последующей оценкой вероятности наличия конкретного дефекта и степени его развития методом корреляционного анализа;

- PEAK – метод вибрационного диагностирования, основанный на анализе формы сигнала пиковых амплитуд в установленном частотном диапазоне с последующей оценкой степени развития обнаруженных дефектов с использованием автокорреляционной функции;



Рис. 2. Барьер искрозащиты A705 и модуль сбора данных D030

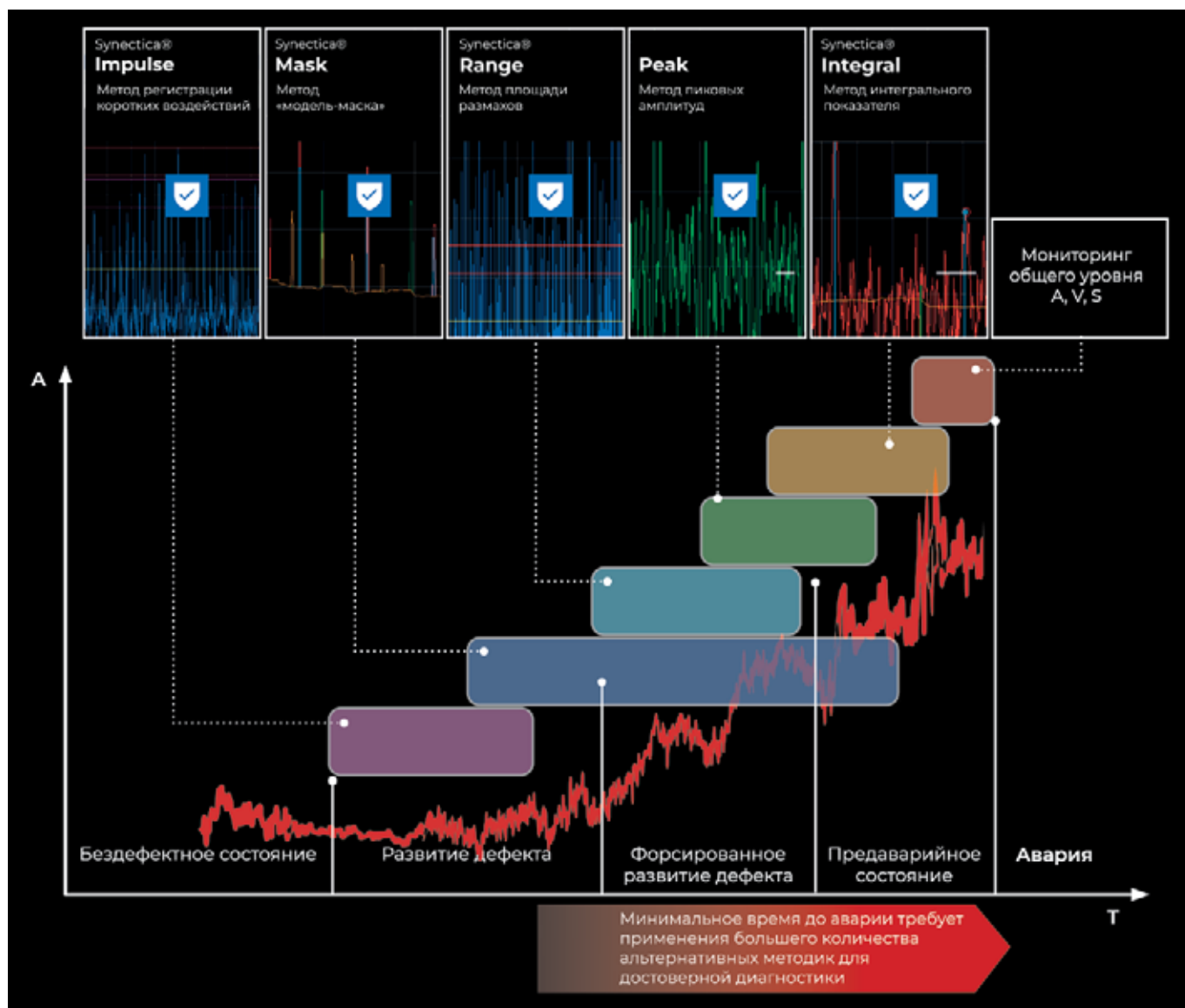


Рис. 3. Технология Synectica®

► **RANGE** — метод вибрационного диагностирования, основанный на анализе формы размаха колебаний в установленном частотном диапазоне с последующей оценкой степени развития обнаруженных дефектов по соотношению интегральных площадей спектров случайных и гармонических составляющих;

► **IMPULSE** — метод вибрационного диагностирования, основанный на анализе коротких вибрационных импульсов в УВЧ-диапазоне с последующей оценкой степени развития обнаруженных дефектов с применением коэффициента микроударной нагрузки;

► **INTEGRAL** — метод вибрационного диагностирования, основанный на спектральном анализе составляющих сигнала в установленном частотном диапазоне с последующей оцен-

кой степени развития обнаруженных дефектов с применением интегрального показателя.

Методики позволяют выявлять дефекты динамического оборудования значительно раньше, чем показатель общего уровня (например, СКЗ виброскорости) начнет приближаться к пороговым значениям. На рис. 3 показано, как совокупность методик работает, словно по единому алгоритму, на различных стадиях развития дефектов. И чем ближе к возможной поломке оборудования, тем больше взаимодополняющих методов диагностики производит программа, что позволяет выявлять дефекты и их причины, планировать ремонт и, как следствие, резко снижать количество неожиданных простоев оборудования.

В заключение стоит отметить, что программное обеспечение ООО

«ГТЛАБ» внесено в единый реестр российских программ для ЭВМ и баз данных Минцифры, а каждый элемент системы виброконтроля является средством измерения (с МПИ до 3 лет) отечественного производства, что подтверждается наличием сертификата СТ-1, полученного от Минпромторга России.

А. В. Кубарев, ведущий инженер по вибродиагностике,
С. А. Савельев, ведущий инженер по вибродиагностике,
В. А. Воевода, директор по развитию, ООО «ГТЛАБ», г. Саров, Нижегородская обл.,
тел.: +7 (831) 304-9444,
эл. почта: info@gtlab.pro,
сайт: www.gtlab.pro

Иллюстрации предоставлены ООО «ГТЛАБ»